



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 44 13 172 C 1

⑤① Int. Cl.⁶:
B 60 T 8/60
B 60 T 8/62

②① Aktenzeichen: P 44 13 172.0-21
②② Anmeldetag: 15. 4. 94
④③ Offenlegungstag: —
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 30. 3. 95

DE 44 13 172 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:

Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 70327 Stuttgart,
DE

⑦② Erfinder:

Rump, Siegfried, Dipl.-Ing., 71384 Weinstadt, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 43 38 068 C1
DE 43 25 940 C1
DE 40 28 290 C1

⑤④ Verfahren zur fahrsituationsabhängigen Bestimmung der Auslöseempfindlichkeit eines automatischen Bremsvorganges für ein Kraftfahrzeug

⑤⑦ Die Erfindung betrifft Verfahren zur fahrsituationsabhängigen Bestimmung der Auslöseempfindlichkeit eines automatischen Bremsvorganges für ein Kraftfahrzeug. In einem Kraftfahrzeug wird während eines Bremsmanövers ein automatischer Bremsvorgang dann ausgelöst, wenn die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt. Der automatische Bremsvorgang besteht darin, daß ein größerer als der Bremspedalstellung entsprechender Bremsdruck erzeugt wird. Aufgabe der Erfindung die Auslöseempfindlichkeit für den automatischen Bremsvorgang an die bei dem aktuellen Bremsmanöver vorliegende Fahrsituation anzupassen und so eine bessere Unterscheidung zwischen Notbremsungen und Zielbremsung zu ermöglichen. Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Auslöseempfindlichkeit in Abhängigkeit der Art bzw. des zeitlichen Ablaufs der Pedalbetätigung durch den Fahrer verändert wird. Es werden dabei nur das aktuelle Bremsmanöver und/oder die dieses Bremsmanöver vorausgehende Pedalbetätigungen berücksichtigt.

DE 44 13 172 C 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft Verfahren zur fahrsituationsabhängigen Bestimmung der Auslöseempfindlichkeit eines automatischen Bremsvorgangs für ein Kraftfahrzeug. Ein automatischer Bremsvorgang nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 geht beispielsweise aus der DE 40 28 290 C1 als bekannt hervor.

Daraus geht hervor, in einem Kraftfahrzeug während eines Bremsmanövers einen automatischen Bremsvorgang dann auszulösen, wenn die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals einen vorgegebenen Schwellenwert übersteigt. Der automatische Bremsvorgang besteht darin, daß ein größerer als der Bremspedalstellung entsprechender Bremsdruck erzeugt wird.

Aus dem nicht vorveröffentlichten Patent DE 43 25 940 C1 geht hervor, die Auslöseempfindlichkeit des automatischen Bremsvorgangs an die Fahrzeuggeschwindigkeit und an die Bremspedalstellung anzupassen. Diese Anpassungen tragen vor allem dem im allgemeinen gegebenen Verhalten von Fahrern Rechnung und sind von der augenblicklichen Verkehrssituation unabhängig. Es wird vorgeschlagen, den Schwellenwert für die Betätigungsgeschwindigkeit mit Faktoren zu verändern, wobei die entsprechenden Faktoren aus einem Kennfeld in Abhängigkeit der Fahrzeuggeschwindigkeit und der Bremspedalstellung ermittelt werden.

Eine Anpassung an das individuell unterschiedliche Verhalten verschiedener Fahrer ist über die Kennfeldregelung des Auslösekriteriums in Abhängigkeit vorangegangener Bremsmanöver ohne Auslösung des automatischen Bremsvorgangs ist zudem noch in dem nicht vorveröffentlichten Patent DE 43 38 068 C1 beschrieben. An Hand der Pedalbetätigung bei Zielbremsungen, bei denen der Fahrer das Bremspedal so betätigt, daß das Fahrzeug an einer vom Fahrer vorbestimmten Stelle zum Stillstand kommt, wird die Auslöseempfindlichkeit des automatischen Bremsvorgangs, bei denen der Fahrer das Fahrzeug schnellstmöglich zum Stillstand bringen will, an den Fahrer angepaßt.

Demgegenüber ist es Aufgabe der Erfindung die Auslöseempfindlichkeit für den automatischen Bremsvorgang an die bei dem aktuellen Bremsmanöver vorliegende Fahrsituation anzupassen und so eine bessere Unterscheidung zwischen Notbremsungen, bei denen der automatische Bremsvorgang ausgelöst werden soll, und Zielbremsung, bei denen die Auslösung des automatischen Bremsvorgangs nicht erwünscht ist, zu ermöglichen.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die Auslöseempfindlichkeit in Abhängigkeit der Art bzw. des zeitlichen Ablaufs der Pedalbetätigung durch den Fahrer verändert wird. Insbesondere kann dabei der zeitliche Abstand zwischen zwei Ereignissen ausgewertet werden, wobei die Ereignisse durch vorgegebene Pedalstellungen oder Pedalbetätigungen definiert sind. Es werden dabei nur das aktuelle Bremsmanöver und/oder die dieses Bremsmanöver vorausgehende Pedalbetätigungen berücksichtigt. Unter dem Begriff Bremsmanöver werden dabei alle Vorgänge in dem Zeitraum zwischen dem Auslenken des Bremspedals aus seiner unbetätigten Ruhestellung und der darauffolgenden Rückkehr des Bremspedals in diese Ruhestellung, beispielsweise durch die Schaltstellung des Bremslichtschalters erfaßbar, zusammengefaßt.

Es werden verschiedene, voneinander unabhängige Verfahren zur Anpassung der Auslöseempfindlichkeit

des automatischen Bremsvorgangs vorgestellt, die voneinander unabhängig sind. Daher kann jedes dieser drei Verfahren für sich genommen oder aber in Kombination mit einem anderen bzw. mit beiden anderen Verfahren zur Anpassung der Auslöseempfindlichkeit herangezogen werden.

Ein erstes erfindungsgemäßes Verfahren basiert auf der Auswertung der Gaspedalrücknahmegeschwindigkeit. In Not Situationen erfolgt als erste Reaktion eine plötzliches Zurücknehmen des Gaspedals, da der Fahrer die Antriebsleistung des Fahrzeugs verringert. Bei hohen Gaspedalrücknahmegeschwindigkeiten erfolgt eine Verringern des Schwellenwertes für die Bremspedalbetätigungsgeschwindigkeit. Ein langsames progressives Verringern der Antriebsleistung des Fahrzeugs läßt dagegen eher auf eine vom Fahrer kontrollierte Fahrsituation schließen. Deshalb wird durch Erhöhen des Schwellenwertes wird die Auslösung des automatischen Bremsvorgangs in den Bereich höherer Bremspedalbetätigungsgeschwindigkeiten verschoben.

Gemäß einem zweiten erfindungsgemäßen Verfahren wird die Wartezeit zwischen dem Erreichen der Leerlaufstellung des Gaspedals und der Bremsenbetätigung gemessen. Eine Betätigung der Bremse kann über die Schaltstellung des Bremslichtschalters erfaßt werden. Bei einer großen Zeitspanne zwischen diesen beiden Ereignissen läßt auf ein kontrolliertes Ausrollen des Fahrzeugs schließen, die Auslöseschwelle für den automatischen Bremsvorgang kann erhöht werden.

Gemäß einem dritten erfindungsgemäßen Verfahren wird die Betätigungszeit zwischen dem Beginn der Bremsbetätigung, festgelegt durch das Schalten des Bremslichtschalters, und dem Überschreiten eines vorgegebenen Geschwindigkeitsschwellenwertes für die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals. Eine lange Zeitdauer läßt dabei darauf schließen, daß der Fahrer in Bremsbereitschaft ist, da er seinen Fuß schon auf das Bremspedal gestellt hat, mit dem Einsatz der Bremse aber noch zögert. Sportliche Fahrer neigen nach einer solchen Wartephase zu einer heftigen Bremsbetätigung, obwohl eine Zielbremsung vorliegt. Daher erfolgt ein Erhöhen der Auslöseschwelle mit zunehmender Zeit zwischen den Ereignissen.

Die Anpassung der Auslöseempfindlichkeit an die Fahrsituation erfolgt in dieser Darstellung über aus einem Kennfeld ermittelte Faktoren, mit denen ein vorgegebener Schwellenwert für die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals bzw. ein aus einem vorgegebenen Schwellenwert abgeleiteten Schwellenwert für die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals multipliziert wird.

Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung können den Unteransprüchen entnommen werden; im übrigen ist die Erfindung an Hand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels nachfolgend noch erläutert; dabei zeigt:

Fig. 1 bis 3 Kennlinien zur Bestimmung der Auslöseempfindlichkeit gemäß den verschiedenen Verfahren und

Fig. 4 eine Anordnung zur Durchführung der Verfahren.

Die Fig. 1 bis 3 zeigen die Kennlinien zur Bestimmung der Faktoren F1, F2 und F3. Mittels zumindest einem dieser Faktoren wird der Schwellenwert Seff, bei dessen Überschreiten der automatische Bremsvorgang ausgelöst wird, gemäß der Gleichung

$$\text{Seff} = F1 \cdot F2 \cdot F3 \cdot S_f$$

ermittelt, wobei S_f ein fest vorgegebener Schwellenwert ist.

Die Werte der Faktoren F_1 , F_2 , F_3 , die durch die in den Figuren dargestellten Kennlinien angegeben werden sind als Richtgrößen anzusehen. Sie hängen unter anderem auch von der Wahl des festen Schwellenwertes S_f und den zur Pedalbetätigung vom Fahrer aufzubringenden Pedalkräften ab und sind im einzelnen an die Gegebenheiten des Fahrzeugs anzupassen. Ebenso sind die in den Figuren angegebenen Abszissenwerte als Richtgrößen anzusehen, die an die Gegebenheiten im Fahrzeug anzupassen sind. Der dargestellte Verlauf der Kennlinien ist ebenfalls als Beispiel anzusehen. Bis auf die im folgenden beschriebenen Charakteristiken, wie Grenzwerte und Maxima, kann der Verlauf der Kurven den Bedürfnissen angepaßt werden. Bei der Anpassung des Kurvenverlaufs ist das Fahrverhalten einer Vielzahl von Fahrern und Fahrweisen zu berücksichtigen. Daher sind beispielsweise Fahrversuche und Fahrsimulationen verschiedener Fahrsituationen ein geeignetes Mittel zur Anpassung der Kennlinien an die Gegebenheiten im Fahrzeug.

In der Fig. 1 ist die Kennlinie für den Faktor F_1 , der in Abhängigkeit der Gaspedalrücknahmegeschwindigkeit V_g ermittelt wird, dargestellt. Dabei ist die Gaspedalrücknahmegeschwindigkeit in Prozent der maximal möglichen Gaspedalrücknahmegeschwindigkeit V_{gmax} angegeben. Unterhalb eines Grenzwertes V_s von ungefähr $V_s = 20\% V_{gmax}$ für die Gaspedalrücknahmegeschwindigkeit V_g ist der Faktor $F_1 = 1$, es wird kein Einfluß auf die Auslösung vorgenommen. Bei dem Wert V_s , der einer langsamen Zurücknahme des Gaspedals entspricht, wird auf eine kontrollierte Rücknahme der Fahrzeuggeschwindigkeit geschlossen. Eine Notbremsung ist wenig wahrscheinlich. Daher wird der Faktor F_1 auf ein Maximum erhöht. Der effektive Schwellenwert $Seff$ wird somit erhöht, das Auslösen des automatischen Bremsvorgangs also erschwert. An das Maximum schließt sich ein Bereich üblicher Gaspedalrücknahmegeschwindigkeiten V_g an, in denen der Faktor F_1 absinkt, bis er beispielsweise bei $V_g \approx 80\%$ wieder den Wert "1" erreicht.

Mit weiter steigender Gaspedalrücknahmegeschwindigkeit V_g sinkt der Faktor F_1 bis auf sein Minimum von beispielsweise 0,7 ab. Diese Pedalrücknahmegeschwindigkeiten V_g entsprechen einer schnellen Gasrücknahme bis zu dem schlagartigen Wegnehmen des Fußes vom Gaspedal. Diese Art der Pedalbetätigung tritt auch in Notsituationen auf, so daß das die Auslöseempfindlichkeit für den automatischen Bremsvorgang herabgesetzt wird.

In der Fig. 2 ist der Faktor F_2 in Abhängigkeit der Wartezeit T_1 , zwischen dem Erreichen der Leerlaufstellung des Gaspedals und dem Betätigen der Bremse, dargestellt. Dabei wird eine Wartezeit von weniger als einem Wartezeitschwellenwert $T_w = 0,5$ s als üblich betrachtet und hat daher keinen Einfluß auf den effektiven Schwellenwert $Seff$. Der Faktor F_2 hat den Wert "1".

Bei einer Wartezeit T_1 oberhalb des Wartezeitschwellenwertes T_w , also bei $T_1 > T_w$, wird dies als ein bewußtes Zögern des Fahrers vor der Betätigung der Bremse interpretiert. Dies weist auf einen vom Fahrer kontrollierten Fahrzustand, dem Ausrollenlassen des Fahrzeugs oder der Geschwindigkeitsanpassung an ein vorausfahrendes Fahrzeug, hin. Eine Notbremsung wird mit steigender Wartezeit T_1 unwahrscheinlicher. Die Auslöseempfindlichkeit des automatischen Bremsvorgangs wird durch Erhöhen des effektiven Schwellen-

wertes $Seff$ erhöht. Dazu wird der Faktor F_2 mit steigender Wartezeit T_1 größer, bis er ein Maximum erreicht. Der Wert des Maximums liegt beispielsweise bei 1,4.

In der Fig. 3 ist der Faktor F_3 in Abhängigkeit der Betätigungszeit T_2 , zwischen dem Betätigen der Bremse und dem Überschreiten eines Schwellenwertes S_v für die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals, dargestellt.

Der Schwellenwert S_v für die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals kann dabei entweder als fester Anteil des festen Schwellenwertes S_f oder des zur Zeit gültigen effektiven Schwellenwertes $Seff$ vorgegeben sein. Der vorgegebene Anteil beträgt beispielsweise zwischen 70 und 100%. Ist der Schwellenwert S_v gleich dem effektiven Schwellenwert $Seff$, so wird nach dem Überschreiten des effektiven Schwellenwertes $Seff$ und vor dem Auslösen des automatischen Bremsvorgangs der Faktor F_3 bestimmt. Aus dem Produkt

$$Seff' = F_3 \cdot Seff$$

wird dann der neue effektive Schwellenwert $Seff'$ bestimmt. Sobald die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals auch diesen effektiven Schwellenwert $Seff'$ überschreitet wird der automatische Bremsvorgang ausgelöst. Der effektive Schwellenwert $Seff'$ wird dabei während jedem Bremsmanöver nur einmal bestimmt.

Der Verlauf der Kurve für den Faktor F_3 entspricht dem Verlauf der Kurve für den Faktor F_2 . Unterhalb eines Betätigungszeitschwellenwertes T_b , mit beispielsweise $T_b = 0,5$ s, gilt $F_3 = 1$. Die Auslöseempfindlichkeit wird nicht beeinflusst. Eine solche Betätigungszeit wird als zu dem Erreichen des Schwellenwertes S_v notwendig bzw. üblich erachtet.

Eine zögernde Betätigung des Bremspedals, gekennzeichnet durch eine Betätigungszeit $T_2 > T_b$, weist auf ein vom Fahrer gezielt durchgeführtes Bremsmanöver hin. Eine Notbremsung ist wenig wahrscheinlich. Deshalb wird mit weiter zunehmender Betätigungszeit der Faktor F_3 bis zum Erreichen eines Grenzwertes größer. Dadurch wird die Auslöseempfindlichkeit für den automatischen Bremsvorgang erhöht.

Im übrigen können die erfindungsgemäßen Anpassungen der Auslöseempfindlichkeit in einfacher Weise mit anderen Anpassungen der Auslöseempfindlichkeit, beispielsweise aus den nicht vorveröffentlichten Patentanmeldungen DE-P. 43 25 940.5 und DE-P. 43 38 068.9, kombiniert werden.

Die Fig. 4 zeigt eine Anordnung zur Durchführung der erfindungsgemäßen Verfahren.

Der Bremsdruck, der von den Hauptbremsleitungen 14 zu den nicht dargestellten Radbremsen geführt wird, wird in dem Hauptbremszylinder 13 erzeugt. Die dazu notwendige Bremskraft wird in dem Bremskraftverstärker 12 aus der an dem Bremspedal 11 vom Fahrer aufgebrauchten Betätigungskraft erzeugt. Dem Steuergerät 10 für den automatischen Bremsvorgang wird das Signal des Bremslichtschalters 15 und über die Sensorleitung 16 ein dem zurückgelegten Pedalweg des Bremspedals entsprechendes Signal zugeführt. Ferner wird über die Datenleitung oder den Datenbus 23 ein, mittels des Sensors 22 erfaßtes, der Stellung des Gaspedals 21 entsprechendes Signal zugeführt. Die Steuerung 10 kann daraus die Gaspedalrücknahmegeschwindigkeit V_g sowie den Zeitpunkt des Erreichens der Leerlaufstellung ermitteln.

In dem Steuergerät 10 für den automatischen Brems-

vorgang wird der aus dem festen Schwellenwert S_f der effektive Schwellenwert S_{eff} ermittelt und aus der Zeitableitung der Stellung des Bremspedals 11 die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals berechnet. Wird der automatische Bremsvorgang ausgelöst wird eine höhere als der Bremspedalstellung entsprechende Bremskraft erzeugt. Dazu wird beispielsweise durch das Steuergerät 10 über die Steuerleitung 17 das Belüften der Bremspedalseitigen Kammer des Unterdruckbremskraftverstärkers 12 veranlaßt. Dies hat ein sofortiges Aussteuern des Bremskraftverstärkers zur Folge.

Patentansprüche

1. Verfahren zur fahrsituationsabhängigen Bestimmung der Auslöseempfindlichkeit eines automatischen Bremsvorgangs bei Kraftfahrzeugen,
 - wobei beim Vorliegen eines Bremsmanövers das Überschreiten eines Schwellenwertes der Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals als Kriterium für das Auslösen des automatischen Bremsvorgangs herangezogen wird,
 - wobei nach dem Auslösen des automatischen Bremsvorgangs selbsttätig ein größerer als sich aus der Bremspedalstellung ergebender Bremsdruck aufgebaut wird
 - und wobei ein fester Schwellenwert für die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals vorgegeben ist,
- dadurch gekennzeichnet, daß der Schwellenwert (S_{eff}) als Produkt aus zumindest einem fahrsituationsabhängigen Faktor (F_1 , F_2 , F_3) und dem festen Schwellenwert (S_f) bestimmt wird,
- wobei der fahrsituationsabhängige Faktor (F_1 , F_2 , F_3) in Abhängigkeit der Bremspedalbetätigung während des Bremsmanövers und/oder
- in Abhängigkeit der dem Bremsmanöver vorangehenden Pedalbetätigungen ermittelt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der fahrsituationsabhängige Faktor (F_1) in Abhängigkeit der Gaspedalrücknahmegeschwindigkeit (V_g) bei der dem Bremsmanöver unmittelbar vorangehenden Gaswegnahme bestimmt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der fahrsituationsabhängige Faktor (F_2) in Abhängigkeit einer Wartezeit (T_1) bestimmt wird, wobei die Wartezeit (T_1) die Zeit zwischen dem Erreichen der Leerlaufstellung des Gaspedals und dem Betätigen des Bremspedals ist.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der fahrsituationsabhängige Faktor (F_3) in Abhängigkeit einer Betätigungszeit (T_2) bestimmt wird, wobei die Betätigungszeit (T_2) die Zeit zwischen dem Betätigen des Bremspedals und dem Überschreiten eines Geschwindigkeitsschwellenwertes (S_v) für die Betätigungsgeschwindigkeit des Bremspedals ist.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Geschwindigkeitsschwellenwert (S_v) ein vorgegebener Anteil des festen Schwellenwertes (S_f) ist.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der vorgegebene Anteil zwischen

70% und 100% liegt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Wertebereich der Faktoren zwischen 0,7 und 1,4 liegt.

8. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Wert des Faktors (F_1)

- unterhalb eines Rücknahmeschwellenwertes gleich 1 ist,
- an dem Rücknahmeschwellenwert ein Maximum erreicht
- mit zunehmender Gaspedalrücknahmegeschwindigkeit (V_g) geringer wird und bei maximaler Gaspedalrücknahmegeschwindigkeit (V_g) ein Minimum erreicht.

9. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Wert des Faktors (F_2)

- unterhalb eines Wartezeitschwellenwertes (T_w) gleich 1 ist und
- oberhalb des Wartezeitschwellenwertes (T_w) bis auf ein Maximum ansteigt.

10. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Wert des Faktors (F_3)

- unterhalb eines Betätigungszeitschwellenwertes (T_b) gleich 1 ist und
- oberhalb des Betätigungszeitschwellenwertes (T_b) bis auf ein Maximum ansteigt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1

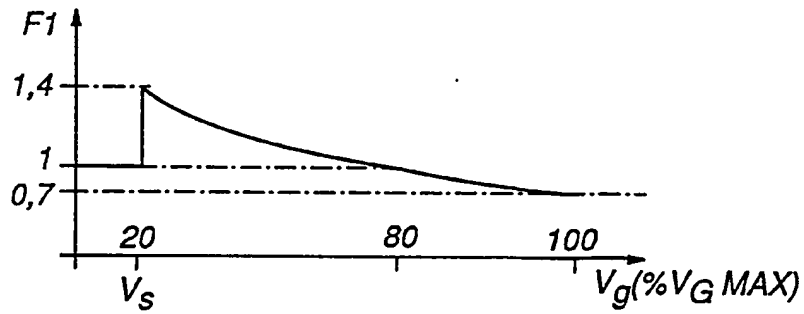


Fig. 2

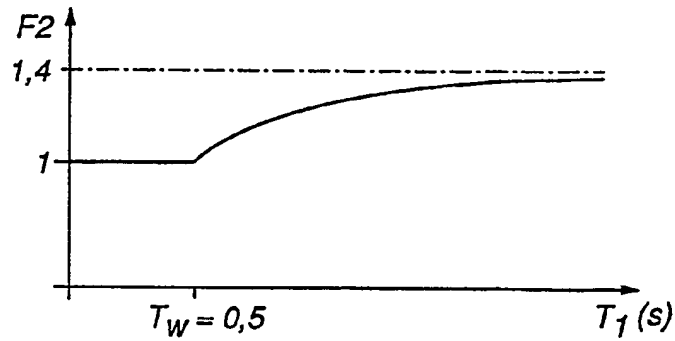


Fig. 3

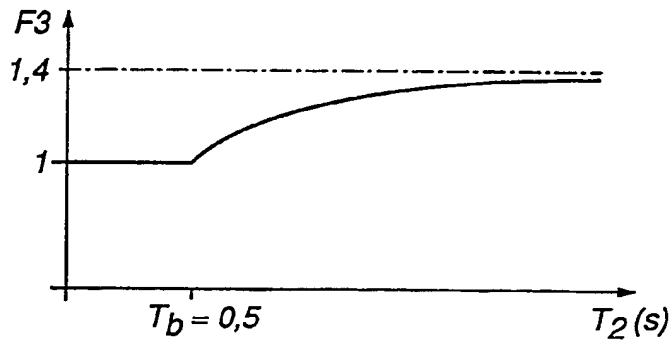


Fig. 4

